

(19)



(11)

EP 4 361 352 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
01.05.2024 Bulletin 2024/18

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E02F 3/34 (2006.01) **E02F 9/20** (2006.01)
E02F 9/26 (2006.01) **E02F 3/38** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23205294.4**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E02F 9/205; E02F 3/3405; E02F 3/3414;
E02F 9/265; E02F 9/268; E02F 3/38

(22) Date de dépôt: **23.10.2023**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Manurob**
35690 Acigne (FR)

(72) Inventeur: **GERMANAUD, Pierre**
35690 ACIGNE (FR)

(74) Mandataire: **Loyer & Abello**
9, rue Anatole de la Forge
75017 Paris (FR)

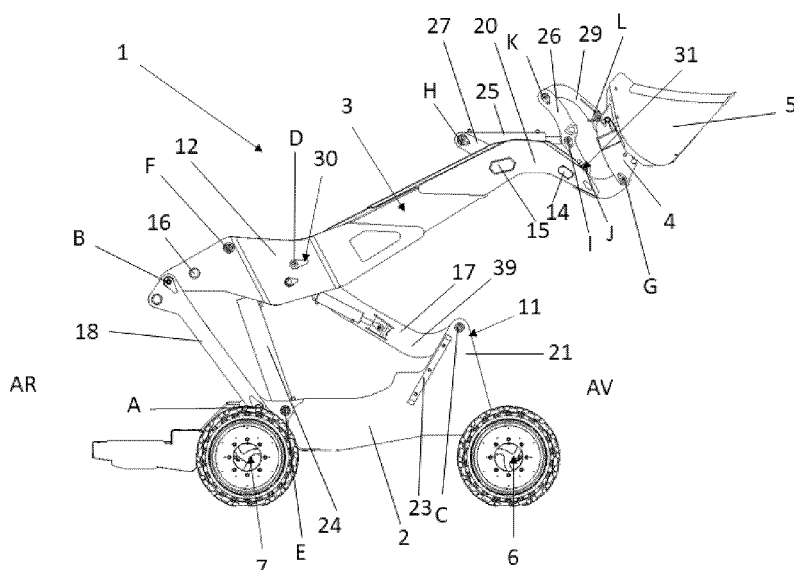
(30) Priorité: **24.10.2022 FR 2211031**

(54) MACHINE DE MANUTENTION AUTONOME

(57) L'invention concerne une machine (1) de manutention autonome comportant :

- un châssis (2) ; et
- une flèche (3) qui est destinée à recevoir un outil (5) et qui est montée articulée sur le châssis (2) de la machine (1) entre une position extrême abaissée et une position extrême relevée, la flèche (3) comprenant deux bras de levage (12, 13) s'étendant de part et d'autre d'un axe longitudinal de la machine (1),

dans laquelle le châssis (2) comporte une portion saillante (11) qui fait saillie vers le haut entre les deux bras de levage (12, 13), ladite portion saillante (11) faisant saillie au-delà des deux bras de levage (12, 13) lorsque la flèche (3) est dans la position extrême abaissée; et dans laquelle la machine (1) comporte un capteur de détection spatiale (10) qui est fixé à un sommet de la portion saillante (11).

[Fig. 8]

Description

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des machines de manutention comportant un flèche montée pivotante et un outil, tel qu'un godet par exemple, qui est monté articulé sur la flèche.

[0002] L'invention se rapporte notamment à une machine de manutention du type précité qui est autonome, c'est-à-dire est capable de se déplacer et de procéder à des opérations de manutention de manière automatisée, sans intervention d'un conducteur.

Arrière-plan technologique

[0003] Dans l'état de la technique, il existe des véhicules et machines autonomes qui sont capables de se déplacer et/ou de réaliser des opérations industrielles ou agricoles de manière automatisée. Ces véhicules comportent des capteurs de détection spatiale, tels que des caméras, des caméras temps de vol, des LIDARS, des radars ou des capteurs ultrasons, par exemple. Ces capteurs de détection spatiale génèrent des signaux qui comportent des informations représentatives de la position des objets situés dans l'environnement du véhicule et qui sont traités par une unité de commande afin de commander les mouvements du véhicule en conséquence.

[0004] Il existe par ailleurs des machines de manutention comportant une flèche montée pivotante et un outil, tel qu'un godet par exemple, qui est monté articulé sur la flèche. Ces machines sont le plus souvent utilisées dans des environnements présentant une concentration importante en particules, poussières et débris en suspension dans l'air. En outre, compte-tenu de leurs mouvements, la flèche et son outil constituent des obstacles à la perception des objets situés dans l'environnement de la machine, et notamment de la matière devant être manipulée par l'outil.

Résumé

[0005] Une idée à la base de l'invention consiste à proposer une machine de manutention autonome comportant une flèche montée pivotante et destinée à recevoir un outil et au moins un capteur de détection spatiale dans laquelle ledit capteur de détection spatiale est positionné dans une position :

- lui garantissant un champ de perception satisfaisant qui n'est que peu impacté par les obstacles que constituent le bras de levage et l'outil ; et
- limitant les risques qu'il ne soit recouvert d'un dépôt de particules ou débris.

[0006] Une autre idée à la base de l'invention consiste à proposer une machine de manutention du type précité

qui soit compacte.

[0007] Selon un premier aspect, l'invention propose une machine de manutention autonome comportant :

- 5 - un châssis ; et
- une flèche qui est destinée à recevoir un outil et qui est montée articulée sur le châssis entre une position extrême abaissée et une position extrême relevée, la flèche comprenant deux bras de levage s'étendant de part et d'autre d'un plan longitudinal de la machine,
- 10 - dans laquelle le châssis comporte une portion saillante qui fait saillie vers le haut entre les deux bras de levage, ladite portion saillante faisant saillie au-delà des deux bras de levage lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée; et dans laquelle la machine comporte un capteur de détection spatiale qui est fixé à un sommet de la portion saillante.

[0008] Ainsi, le positionnement du capteur de position spatiale sur la portion saillante précitée permet, d'une part, de limiter l'exposition dudit capteur de détection spatiale aux poussières résultant notamment de la matière qui est manutentionnée par l'outil et, d'autre part, d'offrir un excellent champ de perception, notamment sur la matière à charger. En particulier, le capteur de détection spatiale surmonte le châssis ainsi que la flèche et son outil, notamment lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée. De plus, compte-tenu de la disposition de la portion saillante entre les bras de levage, la position du capteur de détection spatiale est centrale.

[0009] Selon un mode de réalisation, cet agencement est particulièrement avantageux en ce que compte-tenu de la disposition de la portion saillante, elle est apte à reprendre les efforts transversaux s'exerçant sur la flèche, ce qui permet de limiter les risques que la flèche ne se déforme de manière irréversible.

[0010] Selon des modes de réalisation, une telle machine de manutention peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0011] Selon un mode de réalisation, la machine est dépourvue de cabine destinée à recevoir un conducteur, ce qui permet de rendre la machine particulièrement compacte.

[0012] Selon un mode de réalisation, la flèche présente une position de transport dans laquelle elle se situe lors du déplacement de la machine, ladite position de transport étant située entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée, la portion saillante faisant également saillie vers le haut au-delà des deux bras de levage lorsque la flèche est dans la position de transport. Ceci permet d'offrir au capteur de détection spatiale un champ de perception qui n'est pas ou peu entravé par la flèche et son outil lors du déplacement de la machine.

[0013] Selon un mode de réalisation, le capteur de détection spatiale est choisi parmi les caméras, par exemple stéréoscopiques, les caméras temps de vol, les LI-

DARS, les radars et les capteurs à ultrasons.

[0014] Selon un mode de réalisation, la flèche est montée articulée sur le châssis au moyen d'un dispositif d'articulation comportant une bielle avant et une bielle arrière, la bielle arrière étant montée pivotante sur le châssis autour d'un premier axe et sur la flèche autour d'un deuxième axe, la bielle avant étant montée pivotante sur la flèche autour d'un troisième axe et sur le châssis autour d'un quatrième axe, le premier axe, le deuxième axe, le troisième axe et le quatrième axe étant parallèles les uns aux autres et orthogonaux au plan longitudinal de la machine. De tels moyens d'articulation sont notamment avantageux en ce qu'ils permettent d'obtenir une cinématique empêchant, ou pour le moins limitant, le déplacement longitudinal du centre de gravité de la machine lors du pivotement de la flèche. Les risques de basculement de la machine s'en trouvent ainsi limités.

[0015] Selon un mode de réalisation, la bielle avant est positionnée entre les deux bras de levage et le quatrième axe est positionné sur la portion saillante du châssis. Ceci contribue notamment à la compacité de la machine.

[0016] Selon un mode de réalisation, la machine comporte un cadre porte-outil qui est destiné à recevoir l'outil et qui est monté pivotant sur une extrémité avant de la flèche.

[0017] Selon un mode de réalisation, les premier, deuxième, troisième et quatrième axes sont positionnés de sorte que, lors d'un mouvement de la flèche entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée, un axe d'articulation du cadre porte-outil sur la flèche se déplace horizontalement sur une distance h et verticalement sur une distance v avec h inférieure à 15% de v , de préférence inférieure à 10% de v , par exemple de l'ordre de 7% de v . Ceci permet de limiter nettement les risques de basculement de la machine puisque le centre de gravité de la machine se déplace peu selon la direction longitudinale de la machine lors des mouvements de la flèche.

[0018] Selon un mode de réalisation, la machine comporte un vérin de levage qui comporte une première extrémité montée pivotante sur la flèche et une deuxième extrémité montée pivotante sur le châssis.

[0019] Selon un mode de réalisation, le vérin de levage est placé dans le plan longitudinal et localisé dans un espace situé entre la bielle avant et la bielle arrière.

[0020] Selon un mode de réalisation, la portion saillante comporte deux montants, de préférence parallèles l'un à l'autre, et disposés entre les deux bras de levage respectivement de part et d'autre du plan longitudinal de la machine, la bielle avant étant montée pivotante autour du quatrième axe entre lesdits montants.

[0021] Selon un mode de réalisation, le châssis comporte deux longerons qui s'étendent longitudinalement de part et d'autre du plan longitudinal, entre les deux bras de levage, les longerons étant reliés l'un à l'autre par des traverses, les deux montants de la portion saillante étant respectivement formés dans l'un et l'autre des deux longerons.

[0022] Selon un mode de réalisation, la bielle avant comporte une portion coudée qui présente une concavité orientée vers le haut de sorte qu'une portion avant de la bielle avant, située à l'avant de ladite portion coudée se situe entre les deux montants de la portion saillante lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée. Ceci contribue à la compacité et à l'esthétisme de la machine. Cette portion coudée permet également de dégager un espace supplémentaire au sommet de la portion saillante pour pouvoir y positionner le capteur de détection spatiale.

[0023] Selon un mode de réalisation, la machine comporte deux patins antifrictions qui sont respectivement fixés sur une face latérale de l'un et l'autre des montants de sorte à être positionnés entre ledit montant et l'un des bras de levage lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée. Ainsi, les patins antifrictions permettent de limiter les frottements susceptibles de se produire entre la flèche et la portion saillante du châssis, en cas de flexion transversale de la flèche.

[0024] Selon un mode de réalisation, la machine comporte en outre une carrosserie fixée sur le châssis, ladite carrosserie présentant un renforcement central dans lequel la flèche se loge dans la position extrême abaissée.

[0025] Selon un mode de réalisation, la machine comporte une première antenne de géolocalisation fixée au sommet de la portion saillante et une deuxième antenne de géolocalisation disposée à distance selon la direction longitudinale du véhicule de la première antenne de géolocalisation. Ceci permet d'estimer, en plus de la position de la machine, son cap et son tangage.

[0026] Selon un mode de réalisation, la deuxième antenne de géolocalisation est fixée au sommet d'une partie arrière de la carrosserie, derrière une extrémité arrière de la flèche.

[0027] Selon un mode de réalisation, la machine comporte un essieu avant et un essieu arrière, qui sont chacun montés sur le châssis selon un axe transversal et sont chacun équipés de deux roues, la machine comportant en outre un moteur électrique qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant et arrière par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission.

[0028] Selon un mode de réalisation, la machine comporte un dispositif de stockage de l'énergie électrique comprenant une ou plusieurs batteries et connecté au moteur électrique, ledit dispositif de stockage de l'énergie électrique étant disposé dans un espace de logement de la carrosserie, positionné derrière l'essieu arrière. Ceci permet de former un contrepoids destiné à compenser la charge portée par l'outil.

[0029] Selon un mode de réalisation, la carrosserie présente une hauteur qui décroît de l'avant vers l'arrière. Un tel agencement permet de libérer de l'espace à l'avant, ce qui contribue à améliorer le champ de perception vers l'avant du capteur de détection spatiale.

[0030] Selon un mode de réalisation, la machine comporte :

- un cadre porte-outil qui est destiné à recevoir l'outil et qui est monté pivotant sur une extrémité avant de la flèche,
- un vérin de bennage qui est monté pivotant, d'une part, sur un balancier et, d'autre part, sur la flèche ; et
- une bielle de bennage montée pivotante sur le balancier et sur le cadre porte-outil.

[0031] Selon un mode de réalisation, le vérin de bennage est monté pivotant sur la flèche au moyen d'oreilles de fixation faisant chacune saillie vers le haut depuis une traverse liant les deux bras de levage, lesdites oreilles de fixation étant situées à l'avant de la portion saillante, en dessous du sommet de la portion saillante lorsque la flèche est en position extrême abaissée. La fixation des oreilles de fixation sur la traverse dans le plan longitudinal permet de positionner le vérin de bennage au centre. Les efforts exercés par le vérin de bennage sont ainsi centrés, ce qui permet de n'en utiliser qu'un seul.

[0032] Selon un mode de réalisation, les oreilles de fixation se situent en-dessous du sommet de la portion saillante lorsque la flèche est dans la position de transport.

[0033] Selon un mode de réalisation, la machine comporte une unité de commande équipée de moyens de traitement du signal délivré par le capteur de position spatiale qui sont configurés pour délivrer des informations relatives à une position des objets dans l'environnement de la machine en fonction dudit signal délivré par le capteur de position spatiale, ladite unité de commande étant configurée pour commander le déplacement de la machine et/ou de la flèche et/ou du cadre porte-outil en fonction desdites informations.

[0034] Selon un mode de réalisation, la machine comporte un premier capteur pour délivrer un signal représentatif de la position relative de la flèche par rapport au châssis et un deuxième capteur pour délivrer un signal représentatif de la position relative du cadre porte-outil par rapport à la flèche, l'unité de commande étant connectée au premier capteur et au deuxième capteur et étant configurée pour délivrer une valeur d'une première variable α_1 représentative de l'angle d'inclinaison de la flèche par rapport au châssis en fonction du signal délivré par le premier capteur et délivrer une valeur d'une deuxième variable α_2 représentative de l'angle d'inclinaison du cadre porte-outil par rapport à la flèche.

[0035] Selon un mode de réalisation, l'unité de commande est configurée pour générer une consigne de position relative de la flèche et asservir la course du vérin de levage en fonction de ladite consigne et du signal représentatif de la position relative de la flèche par rapport au châssis délivré par le premier capteur.

[0036] Selon un mode de réalisation, l'unité de commande est configurée pour générer une consigne de position relative du cadre porte-outil et asservir la course du vérin de bennage en fonction de ladite consigne et du signal représentatif de la position relative du cadre porte-outil délivré par le deuxième capteur.

[0037] Selon un mode de réalisation, l'unité de commande comporte en mémoire :

- une première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$ et une deuxième valeur de référence $\alpha_{2\text{référence}}$; et
- des informations de référence représentatives de la position du cadre porte-outil par rapport au capteur de position spatiale dans une position dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$ et la deuxième variable α_2 prend la deuxième valeur de référence $\alpha_{2\text{référence}}$;

l'unité de commande étant configurée pour :

- commander le déplacement la flèche et du cadre porte-outil pour atteindre une position de vérification dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$ et la deuxième variable α_2 prend la deuxième valeur de référence $\alpha_{2\text{référence}}$;
- traiter le signal délivré par le capteur de position spatiale de manière à obtenir des informations de vérification représentatives de la position du cadre porte-outil par rapport au capteur de position spatiale dans ladite position de vérification ; et
- détecter un dysfonctionnement en réponse à une discordance entre les informations de référence mémorisées et les informations de vérification.

[0038] Ceci permet à l'unité de traitement de détecter des anomalies, tels que des déformations de la portion saillante, de la flèche ou du cadre porte-outil ou des dysfonctionnements ou déplacements du premier ou du deuxième capteur.

[0039] Selon un mode de réalisation alternatif ou complémentaire, l'unité de commande comporte en mémoire :

- une première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$; et
- des informations de référence représentatives de la position de la flèche par rapport au capteur de position spatiale dans une position dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$;

l'unité de commande étant configurée pour :

- commander le déplacement la flèche pour atteindre une position de vérification dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$;
- traiter le signal délivré par le capteur de position spatiale de manière à obtenir des informations de vérification représentatives de la position de la flèche par rapport au capteur de position spatiale dans ladite position de vérification ; et
- détecter un dysfonctionnement en réponse à une discordance entre les informations de référence mé-

morisées et les informations de vérification.

Breve description des figures

[0040] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

[fig.1] La figure 1 est une vue en perspective avant droite d'une machine de manutention, selon un mode de réalisation, dans laquelle la flèche est représentée en position de transport et équipée d'un godet.

[fig.2] La figure 2 est une vue en perspective similaire à celle de la figure 1 dans laquelle la flèche est représentée sans outil.

[fig.3] La figure 3 est une vue de dessus de la machine de manutention de la figure 1.

[fig.4] La figure 4 est une vue avant de la machine de manutention des figures 1 à 3 avec la flèche en position de transport et équipée d'un godet.

[fig.5] La figure 5 est une vue latérale droite de la machine de manutention des figures 1 à 4 avec la flèche en position de transport.

[fig.6] La figure 6 est une vue latérale droite de la machine de manutention des figures 1 à 5 avec la flèche dans une position intermédiaire dans laquelle l'outil se trouve en regard du capteur de position spatiale.

[fig.7] La figure 7 est une vue latérale droite de la machine de manutention des figures 1 à 6 avec la flèche dans une position extrême relevée.

[fig.8] La figure 8 est une vue latérale droite partielle de la machine de manutention des figures 1 à 7 dans laquelle la flèche est dans une position intermédiaire et dans laquelle seuls le châssis et la flèche sont représentés.

[fig.9] La figure 9 est une représentation schématique de l'unité de commande de la machine de manutention et de différents capteurs équipant ladite machine de manutention.

[fig. 10] La figure 10 est une vue latérale droite de la machine de manutention avec la flèche dans une position extrême abaissée.

Description des modes de réalisation

[0041] Par convention, la direction « longitudinale » de la machine de manutention correspond à l'orientation avant-arrière. Par ailleurs, la direction « transversale » est orientée perpendiculairement à la direction longitudinale. Les termes « arrière » et « avant » correspondent respectivement aux abréviations AR et AV indiquées sur les figures et sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre selon la direction longitudinale. Les termes « avant » et « arrière » sont ici adoptées en relation avec la direction de chargement de l'outil, c'est-à-dire que l'outil est positionné à l'avant de la machine. Cette définition ne préfigure pas de la direction privilégiée de déplacement de la machine qui peut donc indifféremment se produire vers l'avant ou vers l'arrière.

[0042] En référence aux figures 1 à 10, on décrit une machine 1 de manutention selon un mode de réalisation. La machine 1 comporte un châssis 2, visible sur la figure 8, et une flèche 3 qui est montée articulée sur le châssis 2 par un dispositif d'articulation décrit par la suite, et à l'extrémité de laquelle est monté un cadre porte-outil 4 destiné à recevoir un outil 5. Par outil, on désigne, par exemple, des fourches ou un godet, tel qu'un godet simple, un godet désileur, un godet distributeur ou autres.

[0043] Le châssis 2 est mobile. Pour ce faire, dans le mode de réalisation représenté, la machine 1 comporte deux essieux, un essieu avant 6 et un essieu arrière 7, qui sont chacun montés sur le châssis 2 selon un axe transversal et sont chacun équipés de deux roues, l'une à gauche et l'autre à droite. Au moins l'un et de préférence les deux essieux avant 6 et arrière 7 sont des essieux directeurs, c'est-à-dire sont équipés de moyens permettant de faire varier l'orientation des roues par rapport à la direction longitudinale de la machine 1.

[0044] La machine 1 comporte une carrosserie 8 qui repose sur le châssis 2 et est fixée à celui-ci. La carrosserie 8 présente des espaces de logement pour la réception d'équipements de la machine 1.

[0045] La machine 1 comporte au moins un moteur électrique, non illustré, qui est fixé au châssis 2 et qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant 6 ou arrière 7, ou aux deux, par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission, mécanique ou hydraulique. La machine 1 comporte également un dispositif de stockage de l'énergie électrique, non visible, qui comprend une ou plusieurs batteries et qui est connecté au moteur électrique afin de l'alimenter en énergie électrique. De manière avantageuse, le dispositif de stockage de l'énergie électrique est disposé dans un espace de logement 9, représenté par exemple sur la figure 1, qui est ménagé à l'arrière de la carrosserie 8, derrière l'essieu arrière 7. Compte-tenu de cette disposition, la carrosserie 8 présente une hauteur qui décroît de l'arrière vers l'avant.

[0046] La flèche 3 comporte deux bras de levage 12, 13 qui s'étendent longitudinalement, parallèlement l'un à l'autre et qui sont disposés de part et d'autre du plan

longitudinal médian de la machine 1. Les deux bras de levage 12, 13 sont reliés l'un à l'autre au moyen de traverses 14, 15, 16.

[0047] La flèche 3 est montée mobile par rapport au châssis 2 entre une position extrême abaissée, représentée sur la figure 10, et une position extrême relevée, représentée sur la figure 7. La flèche 3 est ainsi apte à prendre une pluralité de positions entre les deux positions extrêmes précitées et notamment une position de transport, représentée sur les figures 1 à 5 dans laquelle le cadre porte-outil 4 est positionné à une distance du sol suffisante pour ne pas dégrader la garde au sol de la machine 1.

[0048] La flèche 3 est montée articulée sur le châssis 2 au moyen d'un dispositif d'articulation comportant deux bielles, à savoir une bielle avant 17 et une bielle arrière 18, notamment visibles sur les figures 7 et 8. La bielle arrière 18 est, d'une part, montée pivotante sur le châssis 2 autour d'un axe A (visible sur la figure 8) et, d'autre part, montée pivotante sur la flèche 3 autour d'un axe B. La bielle avant 17 est, d'une part, montée pivotante sur le châssis 2 autour d'un axe C et, d'autre part, montée pivotante sur la flèche 3 autour d'un axe D. Les quatre axes géométriques A, B, C et D sont parallèles les uns aux autres et orientés transversalement. Les axes A, B, C et D définissent ainsi les sommets d'un quadrilatère déformable. Les axes A, B, C et D sont positionnés de sorte que lorsque la bielle avant 17 et la bielle arrière 18 se redressent, la flèche 3 s'incline et l'extrémité avant de la flèche 3 se relève par rapport à son extrémité arrière. Selon un mode de réalisation avantageux, les axes A, B, C et D sont en outre positionnés de sorte que l'axe d'articulation G du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3 ne se déplace que très peu horizontalement lors du mouvement de la flèche 3. Ainsi, selon un mode de réalisation avantageux, lors du mouvement de la flèche 3 entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée, l'axe d'articulation G se déplace verticalement selon une distance v et horizontalement selon une distance h ; avec h inférieure à 15% de v , de préférence inférieure à 10 % de v et par exemple de l'ordre de 7% de v .

[0049] Dans le mode de réalisation représenté, cette cinématique de la flèche 3 est notamment obtenue grâce à la position de l'axe C sur une portion saillante 11 du châssis 2, c'est-à-dire à une hauteur supérieure à celle de l'axe A.

[0050] Comme représenté notamment sur les figures 1 à 4, la carrosserie 8 présente un renforcement central 19 dans lequel les bras de levage 12, 13 ainsi que la bielle avant 17 et la bielle arrière 18 se logent au moins partiellement lorsque la flèche 3 est en position de transport. Par ailleurs, les bras de levage 12, 13 présentent une forme générale qui suit sensiblement le profil de la surface supérieure de la carrosserie 8, lorsque la flèche 3 est en position de transport. En d'autres termes, dans la position de transport de la flèche 3, les bras de levage 12, 13 sont, de l'arrière vers l'avant, inclinées vers le bas.

Les bras de levage 12, 13 comportent en outre une portion coudée 20 dont la concavité est orientée vers le sol de sorte que l'extrémité avant desdits bras de levage 12, 13 est positionnée devant le châssis 2 et la carrosserie 8 de la machine 1, lorsque la flèche 3 est en position de transport ou en position extrême abaissée.

[0051] Selon l'exemple de réalisation représenté, la bielle arrière 18 comporte deux brides d'articulation qui portent respectivement un axe d'articulation coopérant avec l'un et l'autre des deux bras de levage 12, 13. Par ailleurs, la bielle avant 17 est positionnée entre les deux bras de levage 12, 13. La bielle avant 17 s'étend donc dans le plan longitudinal médian de la machine 1. En outre, la bielle avant 17 est articulée sur une portion saillante 11 du châssis 2 qui fait saillie, entre les deux bras de levage 12, 13, vers le haut, au-delà desdits bras de levage 12, 13 lorsque la flèche 3 est dans la position de transport ou dans la position extrême abaissée.

[0052] Dans le mode de réalisation représenté, la portion saillante 11 comporte deux montants 21, 22, parallèles l'un à l'autre, et disposés entre les deux bras de levage 12, 13, respectivement de part et d'autre de l'axe longitudinal médian de la machine 1. Comme représenté notamment sur la figure 8, ces montants 21, 22 sont formés d'un seul tenant avec les deux longerons longitudinaux du châssis 2 qui sont reliés l'un à l'autre par des traverses, et s'étendent de part et d'autre du plan longitudinal médian, entre les deux bras de levage 12, 13.

[0053] Selon une réalisation avantageuse, la portion saillante 11 permet en outre de reprendre les efforts s'exerçant sur la flèche 3 selon une direction transversale et tendant à la faire fléchir, ce qui permet de limiter les risques que la flèche 3 ne se déforme de manière irréversible. En outre, dans le mode de réalisation représenté, la portion saillante 11 comporte des patins antifrictions 23, visibles notamment sur la figure 8, qui sont chacun fixés sur une face latérale de l'un des montants 21, 22 de la portion saillante 11. Les patins antifrictions 23 sont ainsi chacun positionnés entre l'un des montants 21, 22 et l'un des bras de levage 12, 13 lorsque la flèche est dans la position de transport ou dans la position extrême abaissée. Les patins antifrictions 23 sont réalisés dans un matériau présentant un faible coefficient de frottement, tel que du polyamide 6 par exemple. Les patins antifrictions 23 sont chacun espacés transversalement de l'un des bras de levage 12, 13 d'un jeu déterminé de sorte que l'un desdits bras de levage 12, 13 ne vient en contact avec le patin antifriction 23 correspondant que lorsque ledit bras de levage 12, 13 est soumis à un effort transversal le faisant fléchir en direction dudit patin antifrictions 23.

[0054] L'extrémité avant de la bielle avant 17 est logée dans l'espace ménagé entre les deux montants 21, 22. En outre, comme représenté notamment sur les figures 7 et 8, la bielle avant 17 présente une portion coudée 39 dont la concavité est orientée vers le haut. Ainsi, lorsque la flèche 3 est en position de transport ou en position extrême abaissée, la portion avant de la bielle avant 17,

c'est-à-dire celle qui est disposée à l'avant de la portion coudée 39 se situe également entre les deux montants 21, 22 de la portion saillante 11, ce qui contribue à la compacité et à l'esthétisme de la machine 1.

[0055] La machine 1 comporte un vérin de levage 24, également représenté sur les figures 7 et 8, permettant à la flèche 3 de se déplacer entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée. Pour ce faire, le vérin de levage 24 présente une extrémité qui est montée articulée sur le châssis 2 autour d'un axe d'articulation E et une autre extrémité qui est montée articulée sur le châssis 2 autour d'un axe d'articulation F. Ainsi, lorsque le vérin de levage 24 se déploie, il entraîne un mouvement de la flèche 3 en direction de la position extrême relevée. Au contraire, lorsque le vérin de levage 24 se rétracte, il entraîne un mouvement de la flèche 3 en direction de la position extrême abaissée.

[0056] La machine 1 comporte un cadre porte-outil 4 qui est destiné à être solidarisé à un outil 5 et qui est monté articulé à l'extrémité avant de la flèche 3 autour d'un axe G. Le cadre porte-outil 4 est ainsi apte à prendre une pluralité de positions entre deux positions extrêmes, à savoir une position extrême de cavage, représentée sur les figures 1 à 4, et une position extrême de déversement, non représentée.

[0057] Un vérin de bennage 25 agit sur le cadre porte-outil 4 via un balancier 26 de manière à faire pivoter ledit cadre porte-outil 4, autour de l'axe G, par rapport à la flèche 3. Le vérin de bennage 25 comporte une première extrémité qui est montée articulée sur les bras de levage 12, 13 autour d'un axe H. Plus particulièrement, dans le mode de réalisation représenté, la première extrémité du vérin de bennage 25 est montée articulée sur deux oreilles de fixation 27, 28 qui font chacune saillie vers le haut depuis la traverse 15 reliant les deux bras de levage 12, 13. La deuxième extrémité du vérin de bennage 25 est montée articulée sur le balancier 26 autour d'un axe I. Comme représenté notamment sur la figure 4, lorsque la flèche 3 est en position de transport ou en position extrême abaissée, les oreilles de fixation 27, 28 se situent devant la portion saillante 11, à proximité de celle-ci. Les oreilles de fixation 27, 28 s'étendent à une hauteur inférieure à celle de la portion saillante 11 lorsque la flèche 3 est en position de transport ou en dessous de celle-ci et ne nuisent donc pas au champ de perception du capteur de détection spatiale 10 dans les positions précitées.

[0058] Les deux extrémités du balancier 26 sont respectivement montées articulées sur la flèche 3 autour d'un axe J et sur une bielle de bennage 29 autour d'un axe K. Ladite bielle de bennage 29 est en outre montée articulée autour d'un axe L sur le cadre porte-outil 4 de sorte que le mouvement de pivotement du balancier 26 autour de l'axe K entraîne le pivotement du cadre porte-outil 4 autour de l'axe G. Les axes G, J, K et L sont parallèles les uns aux autres et orientés transversalement. Les axes G, J, K et L définissent ainsi les sommets d'un quadrilatère déformable.

[0059] Dans la configuration représentée, lorsque le

vérin de bennage 25 se déploie, il entraîne un pivotement du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3, autour de l'axe G, vers la position extrême de déversement alors que, au contraire, lorsque le vérin de bennage 25 se rétracte, il entraîne un pivotement du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3 en direction de la position extrême de cavage.

[0060] La machine 1 comporte en outre un circuit hydraulique de commande, représenté schématiquement sur la figure 9, qui est configuré pour assurer une commande du vérin de levage 24 et du vérin de bennage 25. Le circuit hydraulique comporte notamment un réservoir 35, une pompe 36 raccordée au réservoir 35 ainsi qu'un distributeur à partage de débits 37. La pompe 36 est également alimentée en énergie électrique par le dispositif de stockage de l'énergie électrique décrit précédemment. Le distributeur à partage de débit 37 est configuré pour mettre en communication le fluide hydraulique provenant de la pompe avec le vérin de levage 24, avec le vérin de bennage 25 ou simultanément avec le vérin de levage 24 et le vérin de bennage 25.

[0061] Comme représenté sur les figures 1 à 8 et 10, la machine 1 comporte au moins un capteur de détection spatiale 10, c'est-à-dire un capteur générant des signaux qui comportent des informations représentatives de la position des objets situés dans l'environnement de la machine 1. Le capteur de détection spatiale 10 est fixé sur la portion saillante 11, de préférence à son sommet. Le capteur de détection spatiale 10 est choisi parmi les caméras et notamment les caméras stéréoscopiques, les caméras temps de vol, les LIDARS, les radars et les capteurs à ultrasons. Dans le mode de réalisation représenté, le capteur de détection spatiale 10 est une caméra stéréoscopique.

[0062] Selon un mode de réalisation avantageux, la machine 1 comporte au moins un autre capteur de position spatiale, qui est avantageusement d'un type différent du capteur de détection spatiale 10 décrit précédemment et permettant d'assurer une redondance des informations collectées. La machine 1 peut notamment comporter d'autres capteurs de position spatiale, tels que des LIDARS par exemple, à l'avant et à l'arrière de la machine 1, par exemple sous son châssis 2.

[0063] Par ailleurs, la machine 1 est équipée d'un capteur qui est configuré pour délivrer un signal de mesure représentatif de la position relative de la flèche 3 par rapport au châssis 2. Selon un mode de réalisation, ce capteur est un capteur d'angle qui est positionné en regard de l'un des axes d'articulation A, B, C, D, E, F de la bielle arrière 18, de la bielle avant 17 ou du vérin de levage 24 sur la flèche 3 ou le châssis 2. Dans le mode de réalisation représenté, un capteur d'angle 30 (dont la position est indiquée sur les figures 7 et 8) est positionné en regard de l'axe d'articulation D de la bielle avant 17 sur l'un des bras de levage 12, 13.

[0064] La machine 1 est également équipée d'un capteur qui est configuré pour délivrer un signal de mesure représentatif de la position relative du cadre porte-outil

4 par rapport à la flèche 3. Selon un mode de réalisation, le deuxième capteur est un capteur d'angle qui est positionné en regard de l'un des axes d'articulation G, H, I, J, K, L du cadre porte-outil 4, du vérin de bennage 25, du balancier 26 ou de la biellette de bennage 29. Dans le mode de réalisation représenté, un capteur d'angle 31 (dont la position est indiquée sur les figures 7 et 8) est positionné en regard de l'axe d'articulation J du balancier 26 sur la flèche 3.

[0065] La machine 1 comporte en outre deux antennes de géolocalisation 32, 33, représentées notamment sur la figure 3, du type GNSS par exemple, permettant de délivrer des informations représentatives de la position de la machine 1 dans l'espace. De manière avantageuse, la machine 1 comporte au moins deux antennes de géolocalisation 32, 33 qui sont positionnées à deux localisations différentes, ce qui permet de déduire des signaux délivrés par ces deux antennes de géolocalisation 32, 33, une information représentative du cap de la machine 1 dans l'espace. Les deux antennes de géolocalisation 32, 33 sont ici espacées l'une de l'autre selon la direction longitudinale. L'une des antennes de géolocalisation 32 est fixée sur le capteur de position spatiale 10, au sommet de la portion saillante 11, tandis que l'autre antenne de géolocalisation 33 est fixée au sommet de la partie arrière de la carrosserie 8 de la machine 1, derrière l'extrémité arrière de la flèche 3. Une telle disposition est avantageuse en ce qu'elle permet de disposer les antennes de géolocalisation 32, 33 à une distance importante l'une de l'autre, notamment plus importante que si elles étaient positionnées dans un même plan transversal, ce qui permet d'obtenir une meilleure sensibilité sur la détermination du cap de la machine 1. De plus, cette disposition permet d'obtenir une information relative au tangage de la machine, c'est-à-dire au déplacement angulaire de la machine 1 autour d'un axe transversal. Cet agencement peut permettre de conserver le plus longtemps possible une information de géolocalisation lorsque la machine 1 rentre dans un bâtiment, et cela qu'elle le fasse en marche arrière ou en marche avant.

[0066] Par ailleurs, comme représenté sur la figure 9, le capteur de position spatiale 10, les antennes de géolocalisation 32, 33 ainsi que les capteurs 30, 31 pour délivrer un signal représentatif de la position relative de la flèche 3 par rapport au châssis 2 et un signal représentatif de la position relative du cadre porte-outil par rapport à la flèche 3 sont connectés à une unité de commande 34.

[0067] L'unité de commande 34 est notamment équipée de moyens de traitement :

- pour traiter les signaux collectés par le(s) capteur(s) de position spatiale 10 et délivrer des informations relatives à la position des objets dans l'environnement de la machine 1. Les informations comportent notamment des coordonnées tridimensionnelles d'une pluralité de points à la surface des objets ;
- pour traiter les signaux délivrés par les antennes de

géolocalisation 32, 33 et délivrer des informations relatives à la position, au cap et au tangage de la machine 1 ;

- pour traiter le signal délivré par le capteur 30 et en déduire la valeur d'une variable α_1 représentative de l'angle d'inclinaison de la flèche 3 par rapport au châssis 2 ; et
- pour traiter le signal délivré par le capteur 31 et en déduire la valeur d'une variable α_2 représentative de l'angle d'inclinaison du cadre porte-outil par rapport à la flèche 3.

[0068] L'unité de commande 34 comporte également des moyens de pilotage qui sont configurés pour :

- commander, de manière autonome, le déplacement de la machine 1 dans l'espace ; et
- commander, de manière autonome, le pivotement la flèche 3 par rapport au châssis 2 et du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3 ;

en fonction d'une consigne relative à une mission de manutention à réaliser, des informations relatives à la position des objets dans l'environnement de la machine 1 et des informations relatives à la position, au cap et au tangage de la machine 1.

[0069] Afin de commander de manière autonome, le déplacement de la machine, l'unité de commande 34 est configurée pour générer des consignes à un moteur électrique 38 qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant 6 et arrière 7 par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission. Par ailleurs, l'unité de commande 34 permet également de commander le mouvement de vérins 40, 41 qui sont chacun associés avec l'un des essieux avant 6 et arrière 7 et permettent de modifier l'orientation des roues. Dans le mode de réalisation représenté, les vérins 40, 41 sont des vérins hydrauliques et sont raccordées à une pompe 36 et à un distributeur à partage de débit 37 (ici les mêmes que ceux assurant la commande du vérin de levage 24 et du vérin de bennage 25) qui sont commandés par l'unité de commande 34.

[0070] Afin de commander de manière autonome le pivotement la flèche 3 par rapport au châssis 2, l'unité de commande 34 génère une consigne de position relative de la flèche 3 et asservit la course du vérin de levage 24 en fonction de ladite consigne et du signal de mesure représentatif de la position relative de la flèche 3 par rapport au châssis 2 délivré par le capteur 30. En outre, afin de commander de manière autonome le pivotement du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3, l'unité de commande 34 génère une consigne de position relative du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3 et asservit la course du vérin de bennage 25 en fonction de ladite consigne et du signal délivré par le capteur 31, et représentatif de la position relative du cadre porte-outil 4, par rapport à la flèche 3.

[0071] Par ailleurs, selon un mode de réalisation avan-

tageux, l'unité de traitement 34 est en outre configuré pour mettre en oeuvre une procédure de détection d'anomalies, telles que des déformations de la portion saillante 11, de la flèche 3 et/ou du cadre porte-outil 4 ou des dysfonctionnements des capteurs 30 et 31. Pour ce faire, l'unité de traitement 34 comporte, en mémoire, 1 pour au moins une position relative de référence du cadre porte-outil 4 dans laquelle ledit cadre porte-outil 4 se situe en regard dudit capteur de position spatiale 10, telle que la position intermédiaire représentée sur la figure 6 par exemple, des informations de référence représentatives de la position du cadre porte-outil 4 par rapport au capteur de position spatiale 10. L'unité de commande 34 comporte également en mémoire une valeur $\alpha_{1\text{référence}}$ et une valeur $\alpha_{2\text{référence}}$ correspondant respectivement aux valeurs de la variable α_1 , délivré par le capteur 30, et représentative de l'angle d'inclinaison de la flèche 3 par rapport au châssis 2 et de la variable α_2 , délivré par le capteur 31, et représentative de l'angle d'inclinaison du cadre porte-outil 4 par rapport à la flèche 3, dans la position relative de référence du cadre porte-outil 4.

[0072] L'unité de commande 34 est, en outre, configurée pour :

- commander le vérin de levage 24 et le vérin de ben-
nage 25 de manière à ce que le cadre porte-outil 4
atteigne une position de vérification dans laquelle
les variables α_1 et α_2 correspondent aux valeurs
 $\alpha_{1\text{référence}}$ et $\alpha_{2\text{référence}}$;
- traiter le signal délivré par le capteur de position spa-
tiale 10 de manière à obtenir des informations de
vérification représentatives de la position du cadre
porte-outil 4 par rapport au capteur de position spa-
tiale 10 dans ladite position de vérification ; et
- vérifier la concordance entre les informations des
références mémorisées et les informations de véri-
fication.

[0073] Si la concordance n'est pas vérifiée, un dys-
fonctionnement de la machine est détecté. En réponse
à cette détection de dysfonctionnement, l'unité de com-
mande 34 interdit le déplacement de la flèche 3 et du
cadre porte-outil 4 et optionnellement arrête le machine
1 dans son intégralité.

[0074] L'unité de commande 34, peut par exemple,
mettre en oeuvre cette procédure de détection d'anoma-
lie à intervalles de temps régulier ou à la mise en marche
et/ou à l'arrêt de la machine 1.

[0075] Selon un mode de réalisation alternatif ou ad-
ditionnel, l'unité de traitement 34 comporte, en mémoire,
des informations de référence représentatives de la po-
sition de la flèche 3 par rapport par rapport au capteur
de position spatiale 10 pour au moins une position rela-
tive de référence de la flèche 3 et une valeur $\alpha_{1\text{référence}}$
correspondant à la valeur de la variable α_1 , délivré par
le capteur 30 dans la position relative de référence de la
flèche 3. L'unité de commande 34 est, en outre, configu-
rée pour :

- commander le vérin de levage 24 de manière à ce
que la flèche 3 atteigne une position de vérification
dans laquelle la variable α_1 correspond à la valeur
 $\alpha_{1\text{référence}}$; et
- traiter le signal délivré par le capteur de position spa-
tiale 10 de manière à obtenir des informations de
vérification représentatives de la position de la flèche
3 par rapport au capteur de position spatiale 10 dans
ladite position de vérification ; et
- vérifier la concordance entre les informations des
références mémorisées et les informations de véri-
fication.

[0076] Si ce mode de réalisation est mis en oeuvre en
tant qu'alternative au mode de réalisation précédent, il
ne pourra alors pas détecter d'anomalies relatives à des
déformations du cadre porte-outil 4 ou à des dysfonc-
tionnements ou déplacements du capteur 31.

[0077] Si ce mode de réalisation est mis en oeuvre en
complément du mode de réalisation précédent dans le-
quel les informations de référence mémorisées sont re-
présentatives de la position du cadre porte-outil 4 par
rapport au capteur de position spatiale 10, il permet d'ob-
tenir une information plus précise quant au type d'anoma-
lie déclenchant le dysfonctionnement.

[0078] Certains éléments représentés, notamment
l'unité de commande 34, peuvent être réalisés sous dif-
férentes formes, de manière unitaire ou distribuée, au
moyen de composants matériels et/ou logiciels. Des
composants matériels utilisables sont les circuits inté-
grés spécifiques ASIC, les réseaux logiques program-
mables FPGA ou les microprocesseurs. Des compo-
sants logiciels peuvent être écrits dans différents langa-
ges de programmation, par exemple C, C++, Java ou
VHDL. Cette liste n'est pas exhaustive.

[0079] Bien que l'invention ait été décrite en liaison
avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est
bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle
comprend tous les équivalents techniques des moyens
décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent
dans le cadre de l'invention, telle que définie par les re-
vendications.

[0080] L'usage du verbe « comporter »,
« comprendre » ou « inclure » et de ses formes conju-
guées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou
d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendica-
tion.

[0081] Dans les revendications, tout signe de référen-
ce entre parenthèses ne saurait être interprété comme
une limitation de la revendication.

Revendications

1. Machine (1) de manutention autonome comportant :
 - un châssis (2) ; et
 - une flèche (3) qui est destinée à recevoir un

outil (5) et qui est montée articulée sur le châssis (2) de la machine (1), au moyen d'un dispositif d'articulation, entre une position extrême abaissée et une position extrême relevée, la flèche (3) comprenant deux bras de levage (12, 13) s'étendant de part et d'autre d'un axe longitudinal de la machine (1),

et dans laquelle la machine (1) comporte un capteur de détection spatiale (10), ladite machine de manutention étant **caractérisée en ce que** le châssis (2) comporte une portion saillante (11) qui fait saillie vers le haut entre les deux bras de levage (12, 13), ladite portion saillante (11) faisant saillie au-delà des deux bras de levage (12, 13) lorsque la flèche (3) est dans la position extrême abaissée, **en ce que** le capteur de détection spatiale (10) est fixé à un sommet de la portion saillante (11) et **en ce que** le dispositif d'articulation comporte une bielle avant (17) et une bielle arrière (18), la bielle arrière (18) étant montée pivotante sur le châssis (2) autour d'un premier axe (A) et sur la flèche (3) autour d'un deuxième axe (B), la bielle avant (17) étant positionnée entre les deux bras de levage (12, 13) et montée pivotante sur la flèche (3) autour d'un troisième axe (D) et sur la portion saillante (11) du châssis (2) autour d'un quatrième axe (C), le premier axe (A), le deuxième axe (B), le troisième axe (C) et le quatrième axe (D) étant parallèles les uns aux autres et orthogonaux au plan longitudinal de la machine (1).

2. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 1, dans laquelle le capteur de détection spatiale (10) est choisi parmi les caméras, les caméras temps de vol, les LIDARS, les radars et les capteurs à ultrasons.
3. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la portion saillante (11) comporte deux montants (21, 22) disposés entre les deux bras de levage (12, 13) respectivement de part et d'autre du plan longitudinal de la machine (1) et dans laquelle la bielle avant (17) est montée pivotante autour du quatrième axe (C) entre lesdits montants (21, 22).
4. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 3, dans laquelle la bielle avant (17) comporte une portion coudée (39) qui présente une concavité orientée vers le haut de sorte qu'une portion avant de la bielle avant (17), située à l'avant de ladite portion coudée (39) se situe entre les deux montants (21, 22) de la portion saillante (11) lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée.
5. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 3 ou 4, comportant deux patins antifrictions (23) qui sont respectivement fixés sur une face

latérale de l'un et l'autre des montants (21, 22) de sorte à être positionnés entre ledit montant (21, 22) et l'un des bras de levage (12, 13) lorsque la flèche (3) est dans la position extrême abaissée.

6. Machine (1) de manutention autonome selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant en outre une carrosserie (8) fixée sur le châssis (2), ladite carrosserie (8) présentant un renforcement central (19) dans lequel la flèche (3) se loge dans la position extrême abaissée.
7. Machine (1) de manutention autonome selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comportant une première antenne de géolocalisation (32) fixée au sommet de la portion saillante (11) et une deuxième antenne de géolocalisation (33) disposée à distance selon la direction longitudinale du véhicule de la première antenne de géolocalisation (32).
8. Machine (1) de manutention autonome selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant :
 - un cadre porte-outil (4) qui est destiné à recevoir l'outil (5) et qui est monté pivotant sur une extrémité avant de la flèche (2),
 - un vérin de bennage (25) qui est monté pivotant, d'une part, sur un balancier (26) et, d'autre part, sur des oreilles de fixation (27, 28) faisant chacune saillie vers le haut depuis une traverse (15) liant les bras de levage (12, 13), lesdites oreilles de fixation étant situées à l'avant de la portion saillante (11), en dessous du sommet de la portion saillante (11) lorsque la flèche (2) est en position extrême abaissée ; et
 - une bielle de bennage (29) montée pivotante sur le balancier (26) et sur le cadre porte-outil (4).
9. Machine (1) de manutention autonome selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comportant une unité de commande (34) équipée de moyens de traitement du signal délivré par le capteur de position spatiale (10) qui sont configurés pour délivrer des informations relatives à une position des objets dans l'environnement de la machine en fonction dudit signal délivré par le capteur de position spatiale (10), ladite unité de commande (34) étant configurée pour commander le déplacement de la machine et/ou de la flèche en fonction desdites informations.
10. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 9, comportant un premier capteur (30) pour délivrer un signal représentatif de la position relative de la flèche (3) par rapport au châssis (2) et un deuxième capteur (31) pour délivrer un signal représentatif de la position relative du cadre porte-outil (4) par rapport à la flèche (3), l'unité de commande

(34) étant connectée au premier capteur (30) et au deuxième capteur (31) et étant configurée pour délivrer une valeur d'une première variable α_1 représentative de l'angle d'inclinaison de la flèche (3) par rapport au châssis (2) en fonction du signal délivré par le premier capteur (30) et délivrer une valeur d'une deuxième variable α_2 représentative de l'angle d'inclinaison du cadre porte-outil par rapport à la flèche (3).

11. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 10, dans laquelle l'unité de commande (34) comporte en mémoire :

- une première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$ et une deuxième valeur de référence $\alpha_{2\text{référence}}$; et
- des informations de référence représentatives de la position du cadre porte-outil (4) par rapport au capteur de position spatiale (10) dans une position dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$ et la deuxième variable α_2 prend la deuxième valeur de référence $\alpha_{2\text{référence}}$;

l'unité de commande (34) étant configurée pour :

- commander le déplacement la flèche (3) et du cadre porte-outil (4) pour atteindre une position de vérification dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$ et la deuxième variable α_2 prend la deuxième valeur de référence $\alpha_{2\text{référence}}$;
- traiter le signal délivré par le capteur de position spatiale (10) de manière à obtenir des informations de vérification représentatives de la position du cadre porte-outil (4) par rapport au capteur de position spatiale (10) dans ladite position de vérification ; et
- détecter un dysfonctionnement en réponse à une discordance entre les informations de référence mémorisées et les informations de vérification.

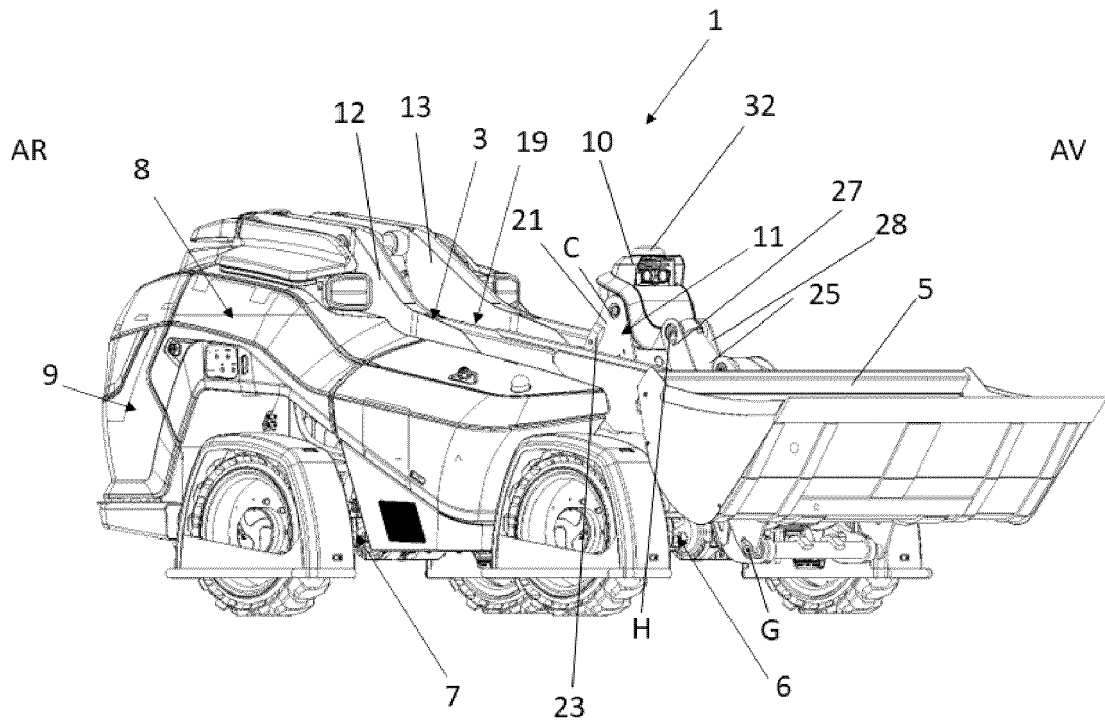
12. Machine (1) de manutention autonome selon la revendication 10 ou 11, dans laquelle l'unité de commande (34) comporte en mémoire :

- une première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$; et
- des informations de référence représentatives de la position de la flèche (3) par rapport au capteur de position spatiale (10) dans une position dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$;

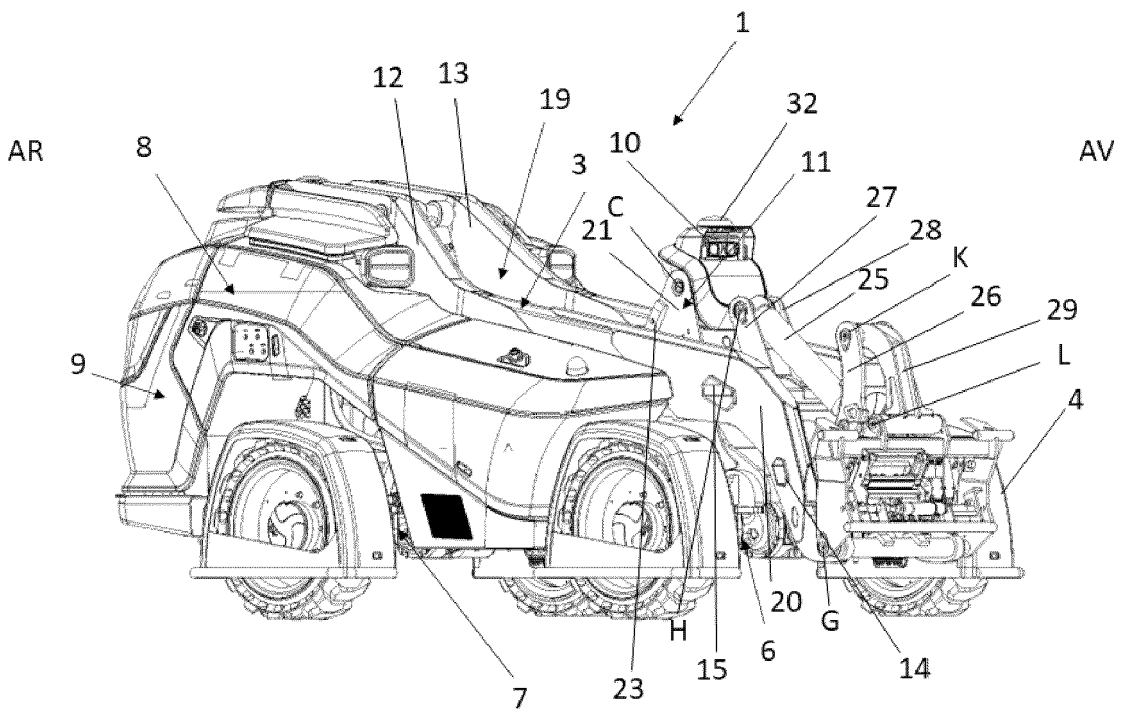
l'unité de commande (34) étant configurée pour :

- commander le déplacement la flèche (3) pour atteindre une position de vérification dans laquelle la première variable α_1 prend la première valeur de référence $\alpha_{1\text{référence}}$;
- traiter le signal délivré par le capteur de position spatiale (10) de manière à obtenir des informations de vérification représentatives de la position de la flèche (3) par rapport au capteur de position spatiale (10) dans ladite position de vérification ;
- détecter un dysfonctionnement en réponse à une discordance entre les informations de référence mémorisées et les informations de vérification.

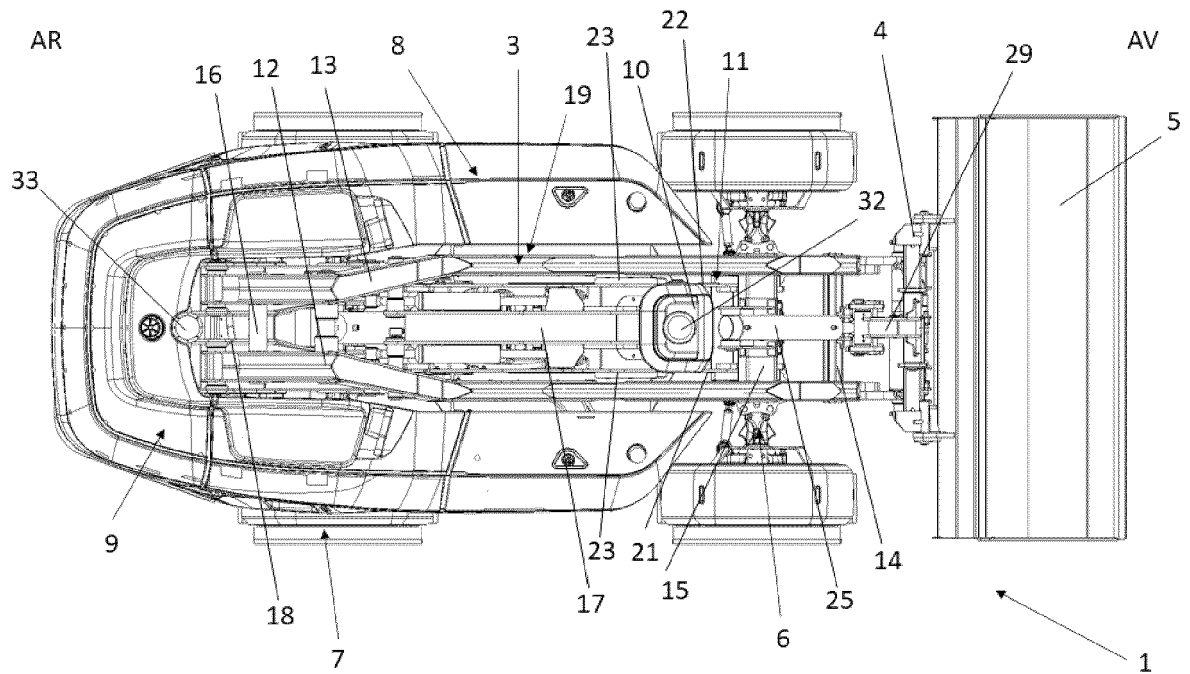
[Fig. 1]



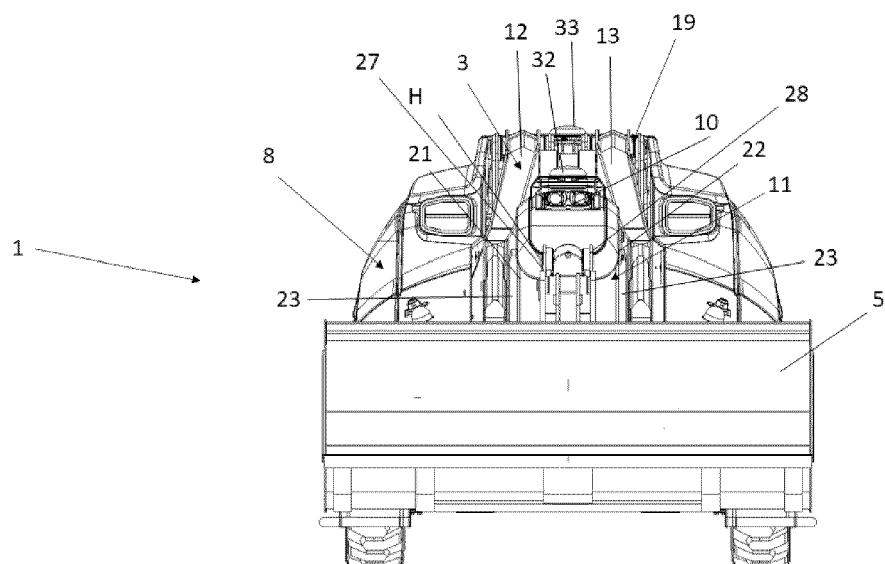
[Fig. 2]



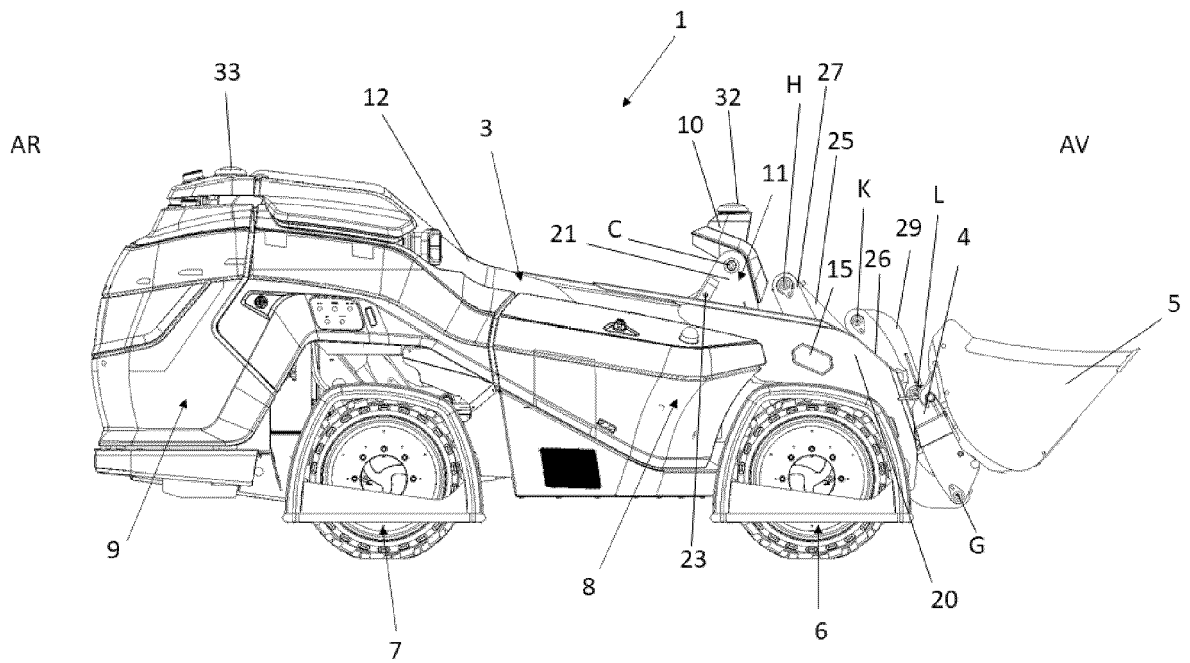
[Fig. 3]



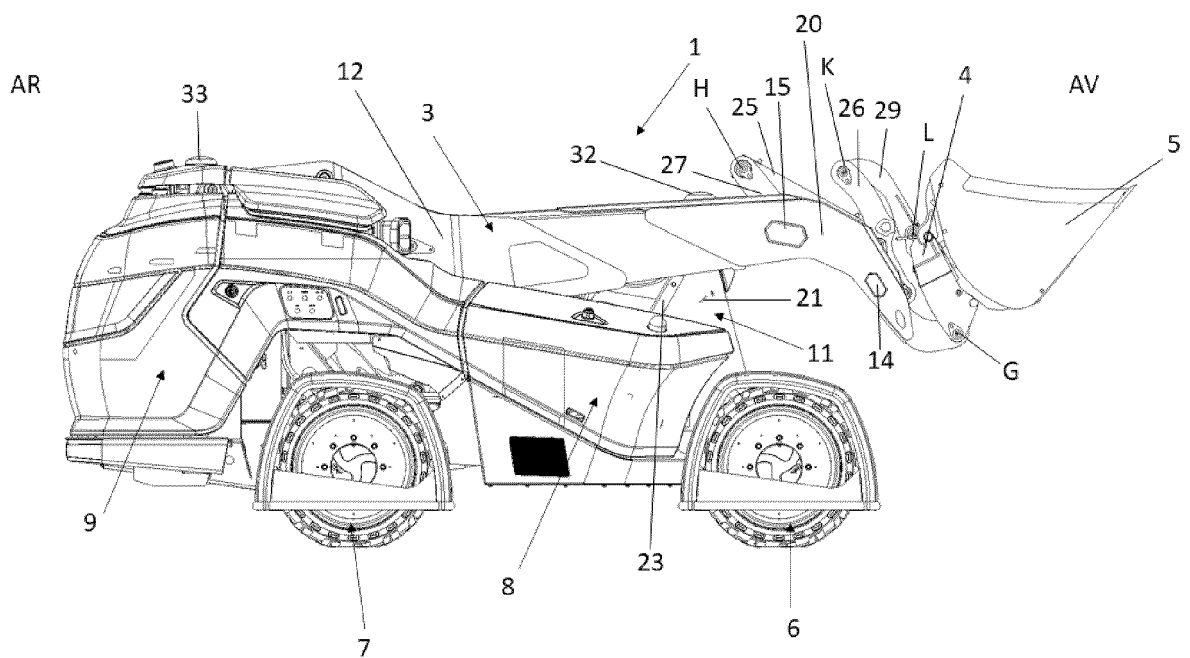
[Fig. 4]



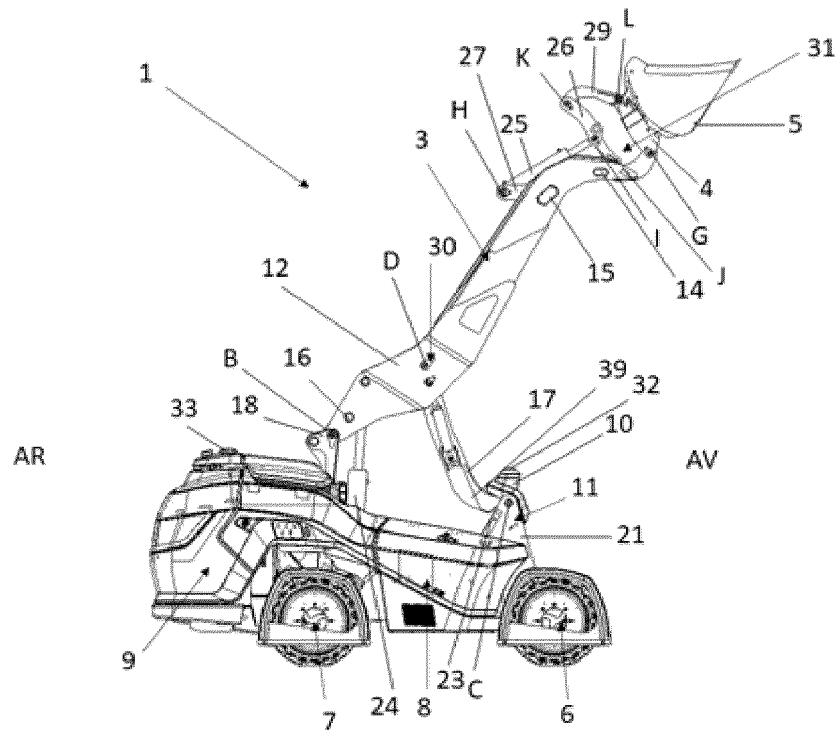
[Fig. 5]



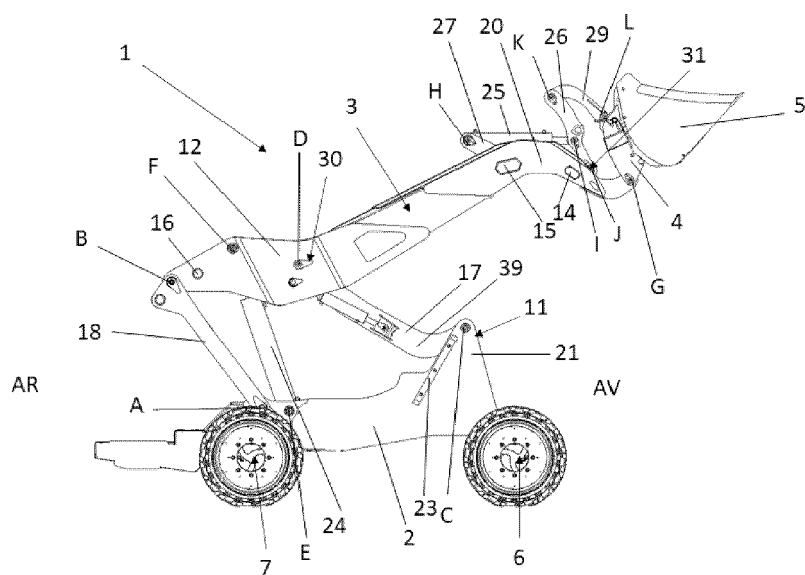
[Fig. 6]



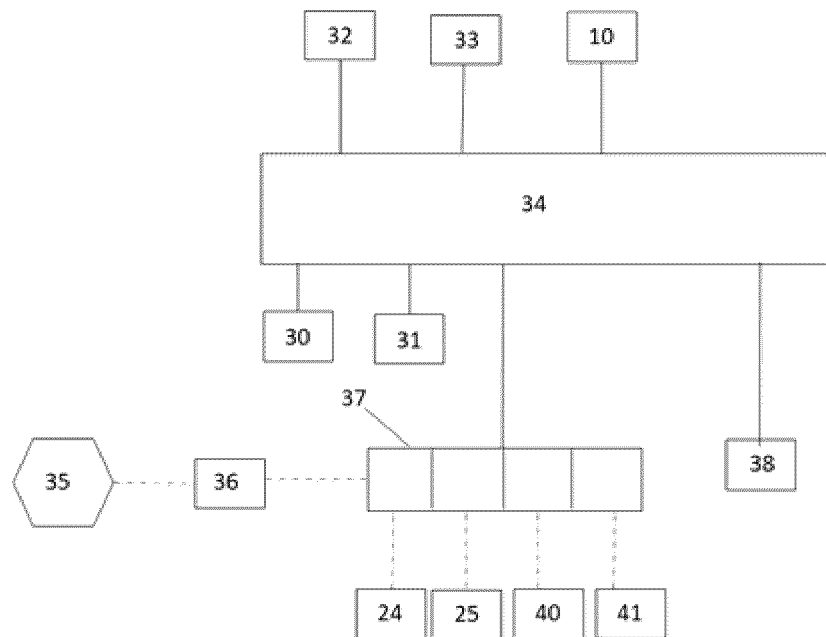
[Fig. 7]



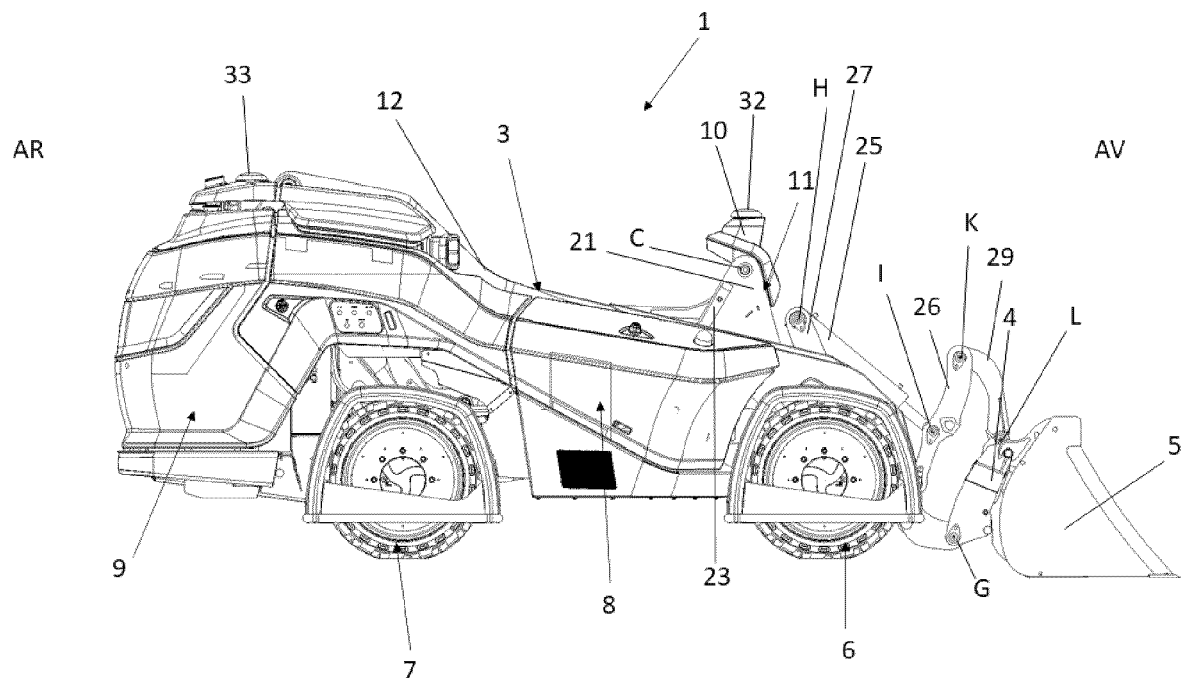
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 20 5294

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2008/208395 A1 (SELF KELVIN P [US] ET AL) 28 août 2008 (2008-08-28) * abrégé * * alinéas [0017], [0022] - [0026], [0037] - [0039]; figures 1,3,5 *	1-12	INV. E02F3/34 E02F9/20 E02F9/26 E02F3/38
A	US D 808 441 S1 (BRUEGGEN SHANE J [US] ET AL) 23 janvier 2018 (2018-01-23) * figures 1-7 *	1-4	
A	US 2022/282451 A1 (READY-CAMPBELL NOAH AUSTEN [US] ET AL) 8 septembre 2022 (2022-09-08) * alinéas [0030] - [0040]; figure 2a * * abrégé; figures 1-9b *	1,2,9-12	
A	US 11 142 885 B2 (CLARK EQUIPMENT CO [US]) 12 octobre 2021 (2021-10-12) * abrégé; figures 1-14 *	1,3,4	
A	FR 2 285 498 A1 (FMC CORP [US]) 16 avril 1976 (1976-04-16) * page 14, lignes 5-7 *	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) E02F
A	US D 936 707 S1 (KIM JUNTAE [KR] ET AL) 23 novembre 2021 (2021-11-23) * figures 1-7 *	6	
A	SE 2 051 115 A1 (HUSQVARNA AB [SE]) 25 mars 2022 (2022-03-25) * figure 1 *	6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 28 février 2024	Examineur Ferrien, Yann
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 20 5294

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

28-02-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008208395 A1	28-08-2008	EP 1907636 A2	09-04-2008
		US 2008208395 A1	28-08-2008
		WO 2007002675 A2	04-01-2007
US D808441 S1	23-01-2018	AUCUN	
US 2022282451 A1	08-09-2022	US 2022282451 A1	08-09-2022
		US 2023272597 A1	31-08-2023
		WO 2022187077 A1	09-09-2022
US 11142885 B2	12-10-2021	CA 3127491 A1	06-08-2020
		CN 113348283 A	03-09-2021
		EP 3918137 A1	08-12-2021
		US 2020283991 A1	10-09-2020
		US 2022025607 A1	27-01-2022
		WO 2020160298 A1	06-08-2020
FR 2285498 A1	16-04-1976	CA 1038906 A	19-09-1978
		DE 2539009 A1	01-04-1976
		FR 2285498 A1	16-04-1976
		GB 1469628 A	06-04-1977
		IT 1035807 B	20-10-1979
		JP S5135921 A	26-03-1976
		JP S5533892 U	04-03-1980
		JP S5623193 Y2	30-05-1981
		US 3964779 A	22-06-1976
US D936707 S1	23-11-2021	AUCUN	
SE 2051115 A1	25-03-2022	SE 2051115 A1	25-03-2022
		US 2024026645 A1	25-01-2024
		WO 2022066082 A1	31-03-2022

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82